

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020020061138 A  
(43)Date of publication of application: 23.07.2002

(21)Application number: 1020010002440  
(22)Date of filing: 16.01.2001  
(51)Int. Cl. H01Q 13/08

(71)Applicant: HUNETEC CO., LTD.  
(72)Inventor: YOON, YEONG HAN

(54) SMALL PLANAR INVERTED F ANTENNA HAVING PERMITTIVITY

(57) Abstract:

PURPOSE: A small planar inverted F antenna having a permittivity is provided to cause an antenna size to be reduced by mounting a patch portion of the antenna on a shield can used for prohibiting an RF circuit from generating a noise.

CONSTITUTION: The small planar inverted F antenna having a permittivity includes an antenna radiation patch(100) which has a function of receiving a high frequency signal. A power supply part(101) supplies an RF signal. A short circuit part(102) connects the antenna radiation patch(100) with a ground. End portions of the power supply part(101) and the short circuit part(102) are modified. A medium having a permittivity, such as air may be used as a dielectric(200). An RF PCB substrate(300) has a multilayer structure of four layers through six layers. A shield can(301) has a role of removing a noise and transmitting a desired frequency wave to an antenna.

COPYRIGHT KIPO 2003

Legal Status

Date of final disposal of an application (20030416)

BEST AVAILABLE COPY

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. 7  
H01Q 13/08

(11) 공개번호 특2002-0061138  
(43) 공개일자 2002년07월23일

(21) 출원번호 10-2001-0002440  
(22) 출원일자 2001년01월16일

(71) 출원인 주식회사 휴네텍  
경기도 성남시 분당구 수내동 6-7 홍국빌딩 10층

(72) 발명자 윤영한  
경기도성남시분당구구미동266-2

(74) 대리인 이동모

심사청구 : 있음

(54) 유전율을 갖는 소형의 평판 안테나 장치

요약

본 발명은 휴대용 통신 기기나 산업용 무선 통신 기기 제품 내에 실장 할 수 있는 소형의 내장형 안테나로 역 L형 안테나와 마이크로스트립 안테나의 특징을 갖고 있는 PIFA (Planar Inverted F Antenna : 평면 역 F 안테나)로써 구조적으로 안테나의 소형화와 더불어 슬림화를 가능케 하고 또한 무지향성 방사패턴과 모노폴 보다 높은 이득과 사용 주파수 대역에서의 대역폭을 확보 할 수 있도록 한 것으로, 일반적인 PIFA구조에 유전율을 가진 매체를 부설하고 최장 실효 전류길이를 효율적으로 이용하기 위하여 안테나의 방사 패치모양을 변형한 것이다.

이는 안테나의 전류밀도를 분석하여 상대적으로 약한 부분의 패치를 배제함으로써 안테나의 소형화가 가능하고 소형의 고감도 ISM (Industrial Scientific and Medical Equipment )밴드용 안테나를 구현할 수 있으며 특히 이러한 소형화와 슬림화에 의해 통신기기내나 시스템 기기내에 내장(Built-in)할 수가 있으므로 종래의 모노폴 형태의 돌출형 안테나가 가지던 문제점인 파손의 위험이나 안테나 부분의 공간적 한계 등을 극복할 수 있으며 최종 제품의 외관이나 디자인 면에 있어서도 보다 효과적인 결과를 가져 올 수 있다.

대표도  
도 1

BEST AVAILABLE COPY

명세서

도면의 간단한 설명

도 1 은 본 발명의 PIFA방식 안테나 전체 구조도

도 2 는 종래의 일반적인 PIFA의 구조도

도 3 은 본 발명의 PIFA의 단락회로 길이에 따른 전류 분포도

도 4 은 본 발명의 사용된 효율적인 패치모양에서 나타난 전류 분포도

도 5 는 본 발명의 패치(Top-plate)상의 시간에 따른 전류분포도

도 6 는 본 발명의 실 제작된 PIFA의 네트워크 분석기를 통해 측정한 실측값

도 7 은 본 발명의 시뮬레이션상에 나타난 방사 패턴도

[도면의 주요부분에 대한 부호의 설명]

100 : 안테나 방사 패치 101 : 급전부 102 : 단락부

200 : 유전체 300 : RF PCB 기판 301 : 차폐캔

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 ISM(Industrial Scientific and Medical Equipment )밴드에서의 사용할 수 있는 소형 PIFA(Planar Inverted F Antenna : 평면 역 F 안테나)에 관한 것으로,

일반적으로 PIFA 구조에서 상판 패치의 모양을 바꾸어 주파수를 효율적으로 이용할 수 있도록 하는 한편 PIFA구조에 유전율을 1인 공기를 사용함과 동시에 다양한 유전율을 적용하기 위하여 상용 유전물질을 이용하여 안테나의 모양을 소형화함과 동시에 슬림화를 가능토록 한 것으로써 안테나 특성으로는 우수한 이득과 대역폭, 그리고 방사패턴을 갖는 유전율을 갖는 소형의 평판 안테나 장치에 관한 것이다.

PIFA방식의 안테나는 안테나의 크기를 소형화 할 수 있고 내장형(Built-in Type)으로 구현 가능함으로 휴대용 통신 기기나 이동 통신용 기기에 채용이 가능하여 90년도 말부터 유럽의 GSM 휴대폰에 채용되고 있는 실정이다.

PIFA 안테나와 관련한 선행기술을 보면 스웨덴 특허 SE 9702659-5 " Compact Antenna Device" 에 900MHz 밴드와 1.8GHz ~ 1.9GHz 밴드를 동시에 적용 가능토록 패치(PCB PATTERN형태)의 구조를 다중화한 구조로 하여 하나의 안테나로 두 밴드 대역에서 사용 가능토록함을 주 요지로 하는 기술이 제시되어 있으며, 미국특허 US06002367 " Planar antenna device" 에 개구(Aperture) 결합방식의 다중 밴드 대역에서의 적용을 위한 안테나 구조관련 기술로 동판매질의 PIFA를 적층 구조로 배열하여 구현한 기술이 제시되어 있다.

그리고 미국특허 US06072434 " Aperture-coupled planar inverted-F antenna" 에 안테나의 방사효율을 올리기 위해서 패치(PCB PATTERN형태)의 구조를 기본으로 하여 개구 결합방식과 안테나의 전체크기를 소형화하기 위한 단

락관을 부설한 방식이 제시되어 있으며, 미국특허 US5764190 "Capacitively loaded PIFA" 에 프로브 급전의 단점인 프로브 자체가 가지는 인덕턴스를 상쇄하기 위해 프로브와 패치 간에 커패시턴스 성분을 만들어서 임피던스 특성을 향상시켜 안테나의 효율을 상승시키기 위한 기술이 제시되어 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 소형 RF모듈의 설계에 있어 소형화와 슬림화를 할 수 있도록 동일 PCB 모듈 내에서 접지면을 이용하고 또한 RF회로부분에서 발생하는 불요파를 줄이고 희망파만을 방사하기 위하여 사용하는 차폐캔(shield can)위에 안테나의 패치부분을 배치시켜 전체적인 모듈의 PCB 크기를 줄일 수 있도록 하는 한편 유전율을 가지는 매질을 삽입하여 기존의 일반적 PIFA 사이즈보다 더욱 소형화하고 슬림화 하여 각종 PCMCIA카드 형태나 휴대형 통신기기 등에 적용이 용이하도록 한 것이다.

#### 발명의 구성 및 작용

본 발명은 PIFA 방식의 안테나를 구현함에 있어서, 무선 주파수(RF)신호를 증폭하고 필터링 등을 처리하는 RF 신호 처리부와, 상기한 RF 신호 처리부로부터의 고주파 신호를 안테나부로 전달을 하기 위한 적어도 한 개 이상의 급전부와, 상기한 급전부와와 일정한 거리를 가지므로 인해 안테나의 특성 임피던스를 변화시킬 수 있는 단락부와, 상기한 급전부와 단락부를 결합하는 무선 주파수(RF)신호 방사를 위한 방사패치와, 상기한 방사패치의 크기와 높이를 줄이기 위해 상기한 방사패치와 접지면 사이에 부설하는 1 이상의 유전율을 가지는 매질을 구비시킴으로써 이루어지는 것으로 이하 본 발명을 첨부 도면에 의거 상세히 설명하면 다음과 같다.

도 1 은 본 발명의 전체 구조도로서 안테나 방사 패치(100)는 고주파신호를 주고받는 역할을 하는 주요 구성요소 이고, 급전부(101)는 RF신호를 공급하며, 단락부(102)는 방사패치(100)와 접지면을 연결하는데, 본 발명에서는 급전부(101)와 단락부(102)끝을 SMD화 할 수 있도록 모양을 바꾸었다.

유전체 (200)는 유전율을 갖는 매질을 의미하며 공기와 같은 유전율이 1인 것이 될 수도 있고 특정한 값을 가지는 유전체를 적용할 수도 있다. RF PCB 기판(300)은 4층에서 6층 정도의 다층구조를 가지며, 차폐캔(301)은 불요파를 막고, 희망파를 안테나부까지 원활히 전달하는 역할을 한다.

도 2 는 PIFA의 구조와 동작을 설명하기 위한 도면으로 안테나의 변형은 역 L형 안테나에서 평면을 사용해서 대역폭을 넓힌 형태이자, 단락 마이크로스트립 안테나의 특성을 갖고 있는 아주 저자세(low-profile)형태이다. PIFA는 패치(top plate), 단락회로(short-circuit)와 접지면(ground plane)으로 구성되어 있고, 전류 급전을 통하여 패치와 접지면을 방사소자로 사용하고 있다. PIFA는 단락회로에서 패치 끝인 개방회로(open-circuit)로 구성되어 있으며, 급전점이 있는 단락회로에서 전류가 패치 끝에 개방회로 방향으로 전류가 분포하여 방사를 하고 접지면으로 다시 되돌아와 단락회로 방향으로 전류가 분포한다.

PIFA의 공진 주파수를 결정하는 수식은 다음과 같다.

$$\omega_0 = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r} \sqrt{L_1 + C_1^2 / L_2}} \quad \begin{matrix} \epsilon_r < 1 \text{의 경우} \\ \epsilon_r > 1 \text{의 경우} \end{matrix} \quad (1)$$

$$\omega_0 = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r} \sqrt{L_2}} \quad (2)$$

BEST AVAILABLE COPY

$$f_2 = \frac{c_0}{\lambda_2} \quad (3)$$

$$k = \frac{H}{L} \quad (4)$$

$$r = \frac{D}{W} \quad (5)$$

여기서,

$c_0$  : 자유공간에서 파의 속도

$f_1$  :  $D = W$  인 경우 공진주파수

$f_2$  :  $D < W$  인 경우 공진주파수

를 나타낸다.

PIFA의 공진 주파수를 결정짓는 파라미터는 패치의 길이 L, 폭 W, 높이 H, 단락회로의 길이 D로 나타내는데, 폭 W와 단락회로의 길이 D가 같은 경우는 평면 역 L형과 같이 안테나의 높이와 길이의 합이  $\lambda/4$ 의 길이가 된다. 이는 식 (2)와 같다.

식(3)은 단락회로의 길이 D가 W보다 작은 경우의 공진 주파수를 나타낸 것으로 이는 안테나의 실효길이가 증가로 인해 나타난 결과이다. 결과적으로 패치의 길이와 폭이 결정된 다음 k값이 결정된 후 식(1)을 이용하여 안테나의 공진 주파수를 결정 할 수 있다.

안테나의 패치와 접지면 사이의 유전율을 고려하여 설계하였을 경우는 공진 주파수가 변하는데, 이는

$$f_r = f_0 \sqrt{\epsilon_r} \quad (6)$$

로 나타낸다.

식(6)에서 볼 수 있듯이, 유전율을 사용한 안테나의 공진 주파수  $f_r$ 는 자유공간상에서  $f_0$ 에 비해 공진 주파수가 낮아져 같은 공진 주파수를 갖기 위해서는 안테나의 파라미터 값을 유전율 값에 비례하여 크기를 줄여야 하지만 같은 주파수에서 공진 한다. 결과적으로 안테나의 크기를 더 소형화 할 수 있다. 유전율을 공기를 1로 생각해서 상용에서 사용되는 유전물질을 사용 할 수 있다.

도 3 는 PIFA의 단락회로 길이에 따른 전류 분포를 나타낸 것이다.

PIFA 패치상의 전류분포가 나타나 있으며 안테나의 폭, 길이와 높이를 고정했을 때, 단락회로 D의 변화에 따른 실효 전류 분포가 다르게 나타나 안테나의 특성이 변함을 볼 수 있다.

도 3(a)는 단락회로의 폭 D와 패치의 폭 W가 같을 경우로 패치의 전류흐름은 단락회로에서 개방회로 방향으로 직선으

로 향하고 있다. (b)는 단락 회로 길이  $D$ 가  $W/2 < D < W$ 인 경우로서 (a)경우보다는 실효 전류가 조금 더 길다. (c)는 단락회로 길이가  $D$ 가 가장 짧은 경우로 실효길이는 가장 길게된다. 이때 실효 길이는 거의 패치의 길이  $L$ 과 폭  $W$ 의 합과 같아진다. 단락회로의 길이가 폭과 같은 경우보다 공진 주파수가 낮아져 더 작은 안테나를 설계 할 수 있다. 즉, 패치 실효전류 길이의 증가는 같은 구조에서 PIFA의 공진 주파수를 낮출 수 있어 PIFA 안테나를 소형화로 설계 할 수 있다.

도 4 는 안테나의 전류 길이를 효율적으로 이용하기 위해 패치의 구조적인 변화를 주었다. PIFA의 전류 흐름도에서 볼 수 있듯이 안테나의 실효길이 중에서 가장 장축의 길이에 의해 안테나의 공진 주파수가 결정됨을 보았듯이 패치의 가장 긴 변을 더욱 강조 할 수 있는 구조이고, 안테나의 전류밀도를 보았을 때, 전류밀도가 더 강한 곳을 강조하고, 약한 부분은 절삭을 하여 안테나를 소형화하고, 구조적으로 더 친밀성을 강조 할 수 있다.

도 5 는 패치(Top-plate)상의 시간에 따른 전류분포를 한 주기를 통하여 벡터화하여 나타낸 것으로 화살표 방향은 전류의 방향과 크기를 나타낸 것이다. 초기 시간  $t = 0$ 에서 급전점에서 야기된 전류는 시간  $t = 0.2T$ 가 될 때, 개방회로에서 단락회로부로 전류가 흐르기 시작한다. 그 후  $t = 0.4T$ 에서는 점점 더 전류의 양이 많아진다.  $t = 0.6T$ 에서는 전류가 적어지다가  $t = 0.8T$ 에서 단락회로에서 개방회로방향으로 전류가 흐르기 시작한다.  $t = T$ 에서 전류가 더욱 많이 흐르게 된다. 이는 안테나가 수신모드와 송신모드로 동작할 때로 이해하면 된다.

도 6 는 실제 제작된 PIFA의 네트워크 분석기(Network analyzer)를 통하여 측정한 실측값으로 그림 (a)는 임피던스 특성을 나타낸 것으로 Smith chart상에서 2.44GHz에서  $50 \Omega$  (Marker 2)에 거의 매칭이 됨을 볼 수 있고, 그림 (b)는 전압 정재파비(VSWR) 값으로 일반적으로 전압 정재파비는 1.6이하의 값으로 동작 할 때 만족한 값을 갖는데, 결과는 2.4GHz에서 1.58, 2.44GHz에서 1.15, 2.48GHz에서 1.52의 값을 나타나 만족한 결과가 나타났다.

도 7 은 시뮬레이션상에 나타난 방사 패턴을 나타낸 것으로 (a)는 수평면상 방사패턴(Azimuth plane : x-y plane)을 나타낸 것이고, (b)는 수직면상 방사패턴(Elevation plane : x-z plane)을 나타낸 것이며, (c)는 수직 수평면과 3D 평면상에서 전범위에 고르게 전력이 방사되는 등방성(Isotropic)특성을 볼 수 있다.

이와 같이 유전율이 1인 공기를 적용한 포함한 PIFA구조와 더불어 더욱더 소형화가 가능한 특정 유전율을 가지는 매질을 PIFA에 채용함으로써 안테나의 크기를 더욱 소형화 할 수 있고 내장형(Built-in Type)으로 구현 가능하므로 휴대용 통신 기기나 이동통신기기에 채용이 가능하다.

따라서 ISM(Industrial Scientific and Medical Equipment)밴드용 고감도 소형 PIFA의 적용이 가능해지고 기존의 돌출형태의 모노폴 안테나의 공간적 한계와 기계적 충격에 의한 손실을 대폭 줄일 수 있는 특성을 가지고 있다.

#### 발명의 효과

근거리 디지털 통신영역의 다양한 적용사례와 더불어 시장적 요구가 확대되고 있는 상황에서 최근 ISM(Industrial Scientific and Medical Equipment)밴드용 통신기기의 소형화에 가장 적합하게 사용할 수 있는 PIFA방식 안테나의 적용에 있어 특정한 유전율을 가지는 매질과의 결합이나 PIFA자체의 외관 사양의 적절한 구조개선에 의해 기존방식대비 더욱 소형화하고 슬림화 할 수 있고 일반적 안테나에서 요구하는 전기적 특성면에서도 우수한 결과를 낼 수 있으며 특히 기기내에 내장(Built-in)할 수가 있으므로 종래의 모노폴 형태의 돌출형 안테나가 가지던 문제점인 파손의 위험이나 안테나부분의 공간적 한계 등을 극복할 수 있으며 최종 제품의 외관이나 디자인에 있어서도 보다 효과적인 결과를 가져 올 수 있다.

#### (57) 청구의 범위

BEST AVAILABLE COPY

# 청구항 1.

PIFA(Planar Inverted F Antenna)방식의 안테나에 있어서,

무선 주파수(RF)신호를 증폭하고 필터링 등을 처리하는 RF신호처리부와,

상기한 RF신호처리부로 부터의 고주파 신호를 안테나부로 전달을 하기 위한 신호 급전부와,

상기한 급전부와와 일정한 거리를 가지므로 인해 안테나의 특성 임피던스를 변화시킬 수 있는 단락부와,

상기한 급전부와 단락부를 결합하는 무선주파수(RF)신호 방사를 위한 방사패치를 효율적으로 이용하기 위해 전류밀도 면에서 강한 곳과 약한 곳을 파악한 후 약한곳을 배제 시켜 안테나를 소형화시키는 방사패치와,

방사패치의 크기와 높이를 줄이기 위해 상기한 방사패치와 접지면 사이에 부설하는 1 이상의 유전율을 가지는 매질로 구성되는 것을 특징으로 하는 유전율을 갖는 소형의 평판 안테나 장치.

# 청구항 2.

청구항 1 에 있어서, 상기한 방사패치부는 차폐캔과 패치부 사이에 특정한 유전율을 가지는 매질을 부설하기 용이하도록 구조적으로 변형을 시켰고, 유전율을 이용하여 소형의 안테나를 구현하도록 한 것을 특징으로 하는 유전율을 갖는 소형의 평판 안테나 장치.

# 청구항 3.

청구항 1 에 있어서, 방사패치부의 전체 면적을 줄이고 최적화 하기 위해 실효 전류길이가 최대의 값을 가지도록 전류 밀도 분포를 분석하여 약한 전류밀도 부분을 배제시켜 소형의 안테나를 구현하도록 한 것을 특징으로 하는 유전율을 갖는 소형의 평판 안테나 장치.

# 청구항 4.

청구항 1에 있어서, 공진주파수의 조정을 용이하게 하기 위해 단락부를 고정하고 상기한 단락부와 급전부와와 거리 조정이 용이한 구조를 가지는 것을 특징으로 하는 유전율을 갖는 소형의 평판 안테나 장치.

# 청구항 5.

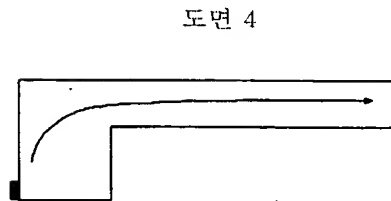
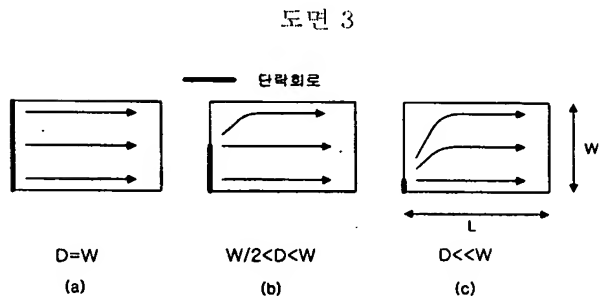
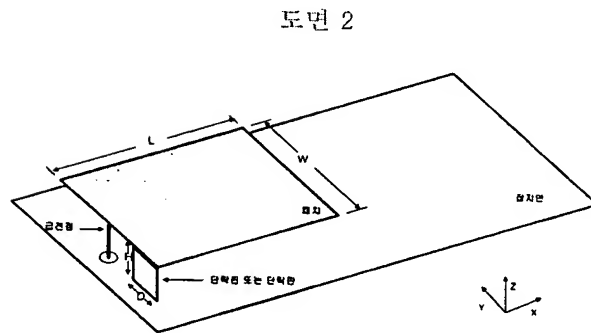
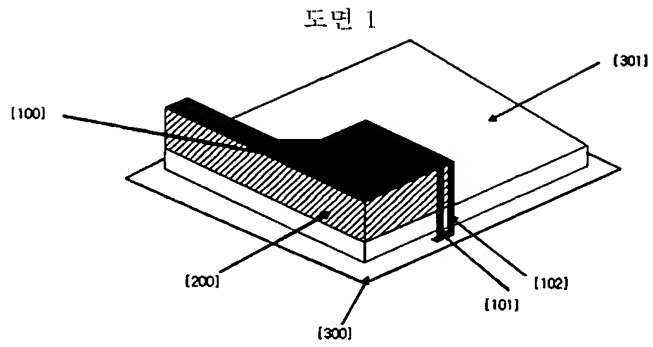
청구항 1에 있어서, RF 신호 급전부와 기판과 패치를 연결하는 단락부의 끝을 SMD화하여 자삽이 용이하도록 한 유전율을 갖는 소형의 평판 안테나 장치.

# 청구항 6.

청구항 1에 있어서, 불요파를 막고, 희망파를 안테나부까지 원활히 전달하기위해 차폐캔을 부설한 것을 특징으로하는 유전율을 갖는 소형의 평판 안테나 장치.

BEST AVAILABLE COPY

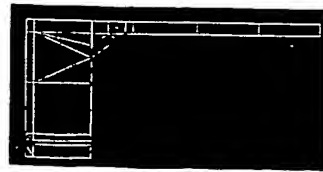
도면



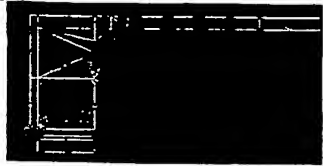
BEST AVAILABLE COPY



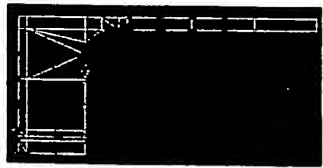
도면 5



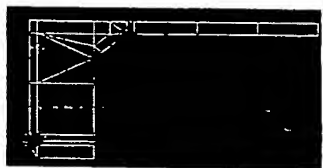
$t = 0.2T$



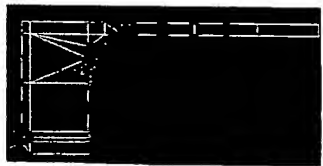
$t = 0.4T$



$t = 0.6T$



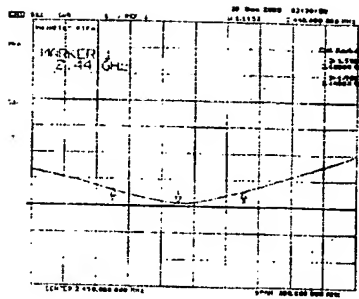
$t = 0.8T$



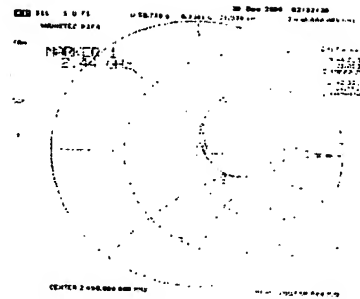
$t = T$

BEST AVAILABLE COPY

도면 6



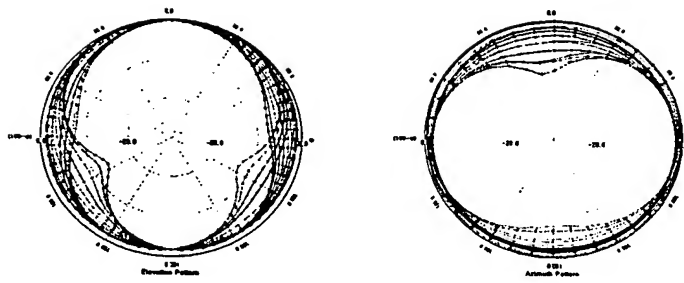
(a)



(b)

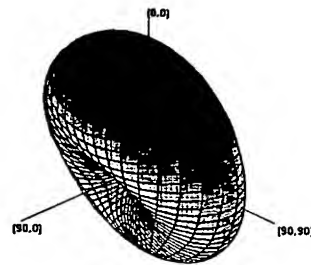
BEST AVAILABLE COPY

도면 7



(a) 수직 패턴

(b) 수평 패턴



(c) 3D 패턴

BEST AVAILABLE COPY

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**